

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

THÈSE

N°

290

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

R. ROSSIGNOL

Né le 26 mars 1897, à Vitré (Ille-et-Vilaine)
Croix de guerre

LA

PASTEURISATION DU LAIT

Président : M. BEZANÇON, professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^e, ÉDITEURS

45, rue Racine, 45

1922

022

290

THÈSE
POUR
LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1922

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

R. ROSSIGNOL

Né le 26 mars 1897, à Vitré (Ille-et-Vilaine)

Croix de guerre

LA

PASTEURISATION DU LAIT

Président M. BEZANÇON, *professeur*



PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

45, rue Racine, 45

1922

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN : M. ROGER
ASSESEUR : G. POUCHET
PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Anatomie médico-chirurgicale	CUNEO
Physiologie	CH. RICHET
Physique médicale	ANDRÉ BROCA
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Bactériologie	BEZANÇON
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et Thérapeutique générales	MARCEL LABBÉ
Pathologie médicale	RENON
Pathologie chirurgicale	LECENE
Anatomie pathologique	LETULLE
Histologie	PRENANT
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	CARNOT
Hygiène	BERNARD
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MENETRIER
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	ACHARD
	WIDAL
	GILBERT
	CHAUFFARD
	MARFAN
	NOBECOURT
Hygiène et clinique de la 1 ^{re} enfance	CLAUDE
Clinique des maladies des enfants	JEANSELME
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	PIERRE MARIE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	TEISSIER
Clinique des maladies du système nerveux	DELBET
Clinique des maladies contagieuses	GOSSET
Clinique chirurgicale	LEJARS
	HARTMANN
	DE LAPERSONNE
Clinique ophtalmologique	LEGUEU
Clinique des maladies des voies urinaires	BAR
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE
	BRINDEAU
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE
Clinique chirurgicale infantile	AUGUSTE BROCA
Clinique thérapeutique	VAQUEZ
Clinique d'Oto-rhino-laryngologie	SEBILEAU
Clinique thérapeutique chirurgicale	PIERRE DUVAL

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.			
ABRAMI	DUVOIR	LARDENNOIS	RATHERY
ALGLAVE	FIESSINGER	LELORIER	REITERER
BASSET	GARNIER	LEMIERRE	RIBIERRE
BAUDOUIN	GOUGEROT	LEQUEUX	RICHAUD
BLANCHETIERE	GREGOIRE	LEREBoullet	ROUSSY
BRANCA	GUENIOT	LERI	ROUVIERE
CAMUS	GUILLAIN	LEVY-SOLAL	SCHWARTZ(A.)
CHAMPY	GUILLEMINOT	MATHIEU	TANON
CHEVASSU	HEITZ-BOYER	METZGER	TERRIEN
CHIRAY	JOYEUX	MOCQUOT	TIFFENEAU
CLERC	LABBE HENRI	MULON	VILLARET
DEBRE	LAIGNEL-LAVASTINE	OKINCZYC	
DESMAREST	LANGLOIS	PHILIBERT	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MÈRE

A MON PÈRE

LE DOCTEUR FRANCIS ROSSIGNOL

A TOUS MES PARENTS

MEIS ET AMICIS.

A MES MAÎTRES
DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE RENNES

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR BEZANÇON

Officier de la Légion d'honneur
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôpital Boucicaut

*En le remerciant du grand honneur
qu'il nous a fait en acceptant la pré-
sidence de cette thèse.*

LA PASTEURISATION DU LAIT

INTRODUCTION

Comment le lait, liquide éminemment altérable dans sa composition chimique et idéalement propice à la pululation microbienne, peut-il être transporté à des distances, parfois fort éloignées de son lieu de production, et conserver, à son arrivée, la plus grande partie de sa valeur alimentaire, tout en restant aussi bactériologiquement pur qu'il l'était au moment de la traite ? En un mot, comment les grandes agglomérations urbaines, qui sont fatalement obligées d'importer de la campagne, peuvent-elles bénéficier, pour leurs malades et pour leurs enfants, d'un lait présentant les garanties d'intégrité bactériologique et nutritive plus aisément obtenues à proximité de l'étable ?

La question n'est pas neuve, il est vrai.

Mais au moment où des acquisitions scientifiques nouvelles viennent de montrer que ce n'est pas sans dommage pour ses principes actifs qu'on peut impunément priver de ses microbes le lait par une stérilisation à 100°, ou à 110°, au moment où la question des vitamines vient éclairer d'un jour nouveau la pathogénie de certaines maladies, dites de carence, telles que le scorbut, survenues principalement chez des enfants, avec du lait stérilisé, soit par l'ébullition, soit par l'autoclavage, nous avons pensé qu'il serait peut-être intéressant de rechercher, parmi les procédés de stérilisation en usage, celui qui a sur les autres

l'avantage, en détruisant les germes contenus dans le lait, de respecter ses principes nutritifs essentiels.

Il nous a paru que l'un d'entre eux, vieux déjà de plus de cinquante ans, et dont nous sommes redevables à notre grand Pasteur, est susceptible de remplir ces conditions.

Et c'est à son étude et aux conclusions qui nous ont paru en découler que nous avons consacré le sujet de ce modeste travail.

Arrivé au terme, sinon de nos études, du moins de notre scolarité médicale, qu'il nous soit permis d'adresser nos plus vifs sentiments de gratitude à nos maîtres de l'Ecole de Rennes, les professeurs Le Moniet et Le Damany, dont nous eûmes l'honneur d'être l'élève et qui dirigèrent nos premiers pas dans cet Hôtel-Dieu de Rennes, si rempli pour nous de réconfortants souvenirs.

Que les professeurs Follet, Directeur de l'Ecole, Bodin et Dayot veuillent bien, également, trouver ici l'hommage de notre reconnaissance.

Et nous serions bien ingrat si, au milieu de nos remerciements, nous omettions d'en adresser à celui auquel nous devons la vie, le Dr Francis Rossignol, Chevalier de la Légion d'Honneur, chirurgien de l'Hôpital de Vitré, qui, dès l'enfance, sut nous faire comprendre la beauté du rôle de médecin, et les hautes satisfactions morales que la pratique consciencieuse de cet art ne manque pas de faire germer.

CHAPITRE PREMIER

NÉCESSITÉ DE STÉRILISER LE LAIT

Seul parmi les animaux vivants, le nourrisson humain est empêché, parfois, de suivre cette loi de la nature qui veut que le lait de la femelle procréatrice soit l'aliment du rejeton procréé. Seul parmi eux, il est parfois soumis à l'allaitement artificiel avec un lait ne provenant pas de son espèce, et le plus souvent du lait de vache.

Aussi, depuis une trentaine d'années, a-t-il été écrit nombre de travaux, où le lait de vache a été étudié à tous les points de vue : production, hygiène, différences avec le lait de femme, digestibilité, assimilation, troubles gastro-intestinaux qu'il peut engendrer.

Enfin, d'importantes recherches ont été faites sur sa bactériologie ; car c'est dans celle-ci que réside l'explication des mécomptes de l'allaitement artificiel, bien plus que dans la composition chimique du lait de vache et de ses différences avec le lait de femme.

Et il fut aisé de constater que l'asepsie du lait est la première condition d'une alimentation du nourrisson exempte d'accidents. Celle-ci, aisément assurée dans l'allaitement maternel, devient d'une réalisation beaucoup plus compliquée dans l'allaitement artificiel, surtout si, au souci de créer l'intégrité bactériologique du lait nourricier, on ajoute celui de lui conserver la totalité de sa valeur alimentaire.

Car là réside le grand point.

Evidemment, il nous est facile, maintenant, de rendre un lait absolument stérile, les températures obtenues par l'autoclavage ayant raison de tous les germes microbiens. Mais que deviennent, dans ces conditions, les principes nutritifs du lait ? Et pourquoi les laits ainsi stérilisés, vendus dans les grandes villes, souvent à grand renfort de réclame, produisent-ils des maladies de carence, dont la pathogénie s'est beaucoup éclairée par les recherches de ces derniers temps ? Justement, à cause de la destruction par les hautes températures de ces principes nutritifs essentiels, et de la transformation du lait, « liquide vivant » en un liquide inerte, « mort », inapte à l'alimentation.

Toutefois, si l'on ajoute que ces dangers imputables aux maladies de carence sont moindres que ceux courus du fait d'une contamination microbienne, on comprendra que, de tout temps, les hygiénistes se soient préoccupés de la question de la purification du lait.

Purification d'autant plus importante que celui-ci est destiné, surtout, à des enfants ou à des malades, dont la réceptivité à l'égard des microbes pathogènes est accrue du fait de leur moindre résistance.

Deux moyens, vieux comme le monde, mais dont l'application n'a été bien réalisée que par l'industrie moderne, s'offraient à cet effet : le froid et la chaleur.

Le froid, qui n'est qu'un procédé de conservation temporaire, n'a guère trouvé de partisans en France ; mais cette méthode est pratiquée dans de nombreuses laïteries des pays du Nord, notamment au Danemark et dans les Pays Scandinaves, où des masses de lait sont expédiées de la ferme à la ville, sous forme d'énormes blocs congelés qui sont dégelés seulement le jour où le lait doit être livré à la consommation.

En Allemagne aussi, où la méthode est utilisée d'une manière, pourrait-on dire, plus scientifique, on se sert du froid, mais après avoir pratiqué la traite de la façon la

plus hygiénique possible. Et ici, le froid trouve une application plus plausible, du fait qu'il empêche le développement des microbes qui se produisent normalement dans tout milieu abandonné à l'air libre, mais il ne saurait détruire les germes déjà existants.

La chaleur, surtout lorsqu'elle approche de 120 degrés, est un moyen « optimum » pour obtenir la purification du lait; mais nous nous proposons de montrer plus loin qu'elle en altère profondément la composition chimique.

Aussi voudrions-nous exposer les principes et les procédés de réalisation d'une méthode qui a l'avantage de respecter, presque totalement, cette composition chimique, tout en détruisant la plus grande partie des germes et en paralysant temporairement la virulence de ceux qui subsistent encore.

Cette méthode n'est autre que la Pasteurisation.

Après l'avoir exposée, nous nous efforcerons de montrer les avantages qui en découlent, en établissant un parallèle entre les résultats obtenus de cette façon, au double point de vue bactériologique et biologique, par rapport à ceux qui sont le fait de la stérilisation par l'ébullition ou l'autoclavage.

CHAPITRE II

LA PASTEURISATION

La pasteurisation, dont le principe et la base scientifique sont dus à Pasteur, a reçu son application pratique à la suite de l'invention d'un appareil pasteurisateur, imaginé par un Danois, Fjord, de Copenhague.

Le principe de la méthode repose sur ce fait, expérimentalement établi par Pasteur : à savoir que, si on chauffe du lait à 70 degrés pendant quelques minutes et qu'on le refroidit ensuite brusquement, en le faisant passer dans un serpentin immergé dans la glace fondante, afin d'éviter que ce lait ne conserve, trop longtemps, la température de 37 à 40 degrés, température optima pour le développement de la plupart des germes, on constate que les germes d'origine végétale sont détruits et que les germes d'origine animale : infusoires, etc., sont annihilés dans leur virulence et leur reproduction. Ils se sporulent, attendant des conditions d'existence meilleures.

Il ressort bien de cette constatation que la pasteurisation n'est pas une stérilisation absolue, que certains des germes subsistent encore et reprendront leur virulence, dès que les conditions de développement leur deviendront plus favorables. On obtient donc, par elle, une annihilation transitoire du pouvoir pathogène de certains germes, une destruction d'une partie des autres.

Et il nous faut bien insister là-dessus, parce que la pasteurisation ne peut être employée que lorsque l'on

recherche une stérilisation temporaire du lait. C'est là, d'ailleurs, le cas le plus fréquent, le lait n'ayant gardé sa valeur alimentaire et médicamenteuse que s'il est consommé frais, ou n'ayant pas été traité depuis plus de quarante-huit heures.

Mais ce délai est, justement, le plus important, puisque, dans ces quarante-huit heures, sera permis le transport du lieu de production au lieu de consommation. Et c'est tout le problème de l'approvisionnement en lait des grandes villes et de la stérilisation de ce lait qui peut être résolu par la pasteurisation.

Avant d'examiner les résultats obtenus par cette méthode, nous en exposerons brièvement l'application pratique et nous ferons une rapide description des appareils pasteurisateurs.

Ce fut à partir de 1880, que les grandes compagnies laitières qui, jusqu'à cette époque, utilisaient le chauffage ou la cuisson dans leurs dépôts de campagne avant le transport vers la ville, utilisèrent les appareils pasteurisateurs.

Ces dépôts de campagne, véritables réservoirs de lait créés par les fournisseurs en gros des grandes villes, sont obtenus par le ramassage du lait chez des paysans ou des fermiers des environs.

A ceux-ci sont imposés, par un contrat, l'obligation de se ranger à certaines lois d'hygiène qui permettraient, si elles étaient intégralement appliquées, de pasteuriser un lait contenant relativement peu de germes, et, par conséquent, de pratiquer cette opération avec une plus grande efficacité.

C'est ainsi qu'ils sont contraints à maintenir les étables dans un état de méticuleuse propreté, à se nettoyer les mains avant la traite, à isoler les animaux atteints d'une maladie quelconque, etc...

Mais, il suffit d'être passé, une seule fois, dans une

ferme, d'avoir assisté à l'opération de la traite, pour être fixé sur la façon dont sont observées ces prescriptions.

A l'arrivée dans les dépôts, les quantités de lait, ramassées une ou plusieurs fois par jour suivant les cas, sont dégustées, pesées au point de vue de la teneur en matière grasse, puis, si ce lait est reconnu bon, il passe immédiatement au pasteurisateur.

L'appareil complet se compose, essentiellement, d'un réservoir à lait, du pasteurisateur proprement dit, et d'un appareil réfrigérant. L'opération se passe de la manière suivante : le lait tombe du réservoir, où ont été mélangés tous les laits recueillis dans la journée dans les différentes fermes voisines, sur le pasteurisateur qui se compose d'un tambour cylindrique, en tôle, dans l'intérieur duquel tourne, actionné d'une façon quelconque, un arbre muni d'ailettes disposées de façon à propulser le lait de l'entrée à la sortie, en le faisant par révolution entrer en contact avec les parois du tambour, lesquelles sont chauffées par la vapeur à un degré voulu et réglable suivant un dispositif spécial. Cette vapeur circule dans l'intervalle compris entre le cylindre intérieur, que forme le tambour, et le manteau extérieur, qui constitue l'enveloppe de l'appareil. Durant son passage dans l'appareil, qui dure, suivant les modèles employés, de une à deux minutes, le lait est porté, par la vapeur, à une température de 60 à 70 degrés. A sa sortie, que l'appareil soit du type horizontal ou vertical, ce qui est sans importance, le lait, battu et propulsé par les ailettes du tambour, est poussé dans une canalisation qui le mène sur un réfrigérant. Celui-ci est composé de deux plaques de tôle ondulée, à faces opposées, et dans l'intérieur desquelles circule de l'eau, dont la température est malheureusement variable suivant les saisons et l'eau utilisée qui peut venir d'une rivière à courant plus ou moins rapide, d'une source, ou d'un puits. Bref, la température

moyenne du réfrigérant varie de $+ 8$ à $+ 12$ degrés en été, de 0 à $+ 4$ ou $+ 6$ en hiver.

Il y aurait là une sérieuse amélioration à effectuer, car le refroidissement se trouve parfois singulièrement ralenti, et, de ce fait, la reproduction des microbes, qui vivent pendant un temps plus long à leur température optima de 40 degrés, peut s'effectuer.

Le lait s'écoule en minces nappes, le long des surfaces ondulées des deux plaques de tôle. L'ondulation des dites plaques permet un contact plus intime et plus prolongé. De là, le lait refroidi s'écoule dans les pots qui servent à la livraison en ville. On immerge ces pots dans de vastes bacs où une circulation d'eau froide les maintient, jusqu'à leur départ pour la ville, à une température aussi basse que possible.

Telle est la pasteurisation industrielle du lait, telle qu'on la pratique dans les dépôts de campagne.

La température à laquelle s'effectue cette pasteurisation ne se fait pas toujours à 70 degrés.

Quant le lait est ramassé dans un grand périmètre et quand il n'est recueilli qu'une fois par jour, quand il n'a plus la fraîcheur voulue ou qu'il provient de fermes dont l'état sanitaire est douteux, on le traite énergiquement, c'est-à-dire, on le soumet à des températures allant jusqu'à 80 , 90 ou même 95 degrés. Dans certains dépôts de laiterie, on pasteurise, par principe, toute l'année à 80 degrés, dans d'autres on ne dépasse jamais 70 degrés, quels que soient la saison et l'état du lait à l'arrivée au dépôt. Dans d'autres, enfin, on chauffe à 60 degrés en hiver, à 70 degrés au printemps et en automne, à 80 ou 90 degrés pendant les fortes chaleurs.

La moyenne de la température de pasteurisation est donc d'environ 70 degrés.

Celle-ci est, d'ailleurs, la température minimum pour une stérilisation approximativement convenable. Malheu-

reusement, certains détaillants des villes, pour des raisons commerciales, s'arrangent de manière à avoir, en été, du lait seulement pasteurisé à 65 degrés. Et ceci tient à ce qu'ils veulent, pour une vente plus facile, avoir du lait donnant de la crème, condition assez difficilement réalisée, en été surtout, par une pasteurisation atteignant ou dépassant 70 degrés.

CHAPITRE III

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE

Maintenant, quels sont les résultats de cette pasteurisation, au point de vue bactériologique ? Rend-elle un lait, qui ne manque pas d'être contaminé depuis sa manipulation à l'étable, apte à l'alimentation ? C'est ce que nous allons nous efforcer de montrer.

Le lait contient deux ordres de microbes : les microbes saprophytes et les microbes pathogènes.

Les premiers, qui constituent les ferments lactiques et qui sont extrêmement nombreux, sont la cause ordinaire de l'altération du lait abandonné à lui-même. Ils sont, pourrait-on dire, constants dans le lait, et ceci, malgré les précautions les plus minutieuses qui peuvent être prises au moment de la traite, principalement l'été.

Ce sont, tout d'abord, les ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique et consécutivement font coaguler la caséine. Parmi eux, sont le *Bacterium acidi lactis*, le *Streptococcus acidi lactis*, le *Bacillus prodigiosus*.

Viennent ensuite les ferments de la caséine, qui produisent la coagulation de cette dernière et, parfois, la redissolution du coagulum. Ce sont le *Mesentericus vulgaris*, le *Bacillus subtilis*, le *Bacillus butyricus* de Hueppe, et enfin le *Thyrotrix* de Duclaux.

Il existe, en outre, quantité d'autres germes ayant un rôle dans la fermentation : *Actinobacter* (Duclaux), Ba-

cille de Weigmann, etc., et, enfin, des bacilles tels que le Bacille cyanogène, le Bacille érythrogène, le *Saccharomices ruber*, germes ayant la propriété de faire prendre au lait une couleur déterminée.

On a longtemps attribué aux ferments, et particulièrement aux ferments lactiques, un rôle dans la digestion du lait. Cette opinion est maintenant controversée sans qu'on soit certain, toutefois, de la réalité existante à ce sujet.

Le lait peut également servir de véhicule aux agents des maladies contagieuses et renfermer des microbes pathogènes. Ceux-ci, plus rares que les ferments, peuvent cependant s'y trouver : 1^o à la suite d'une contamination quelconque par les personnes proposées aux diverses manipulations; 2^o à la suite de l'infection de leur propre lait par les animaux malades eux-mêmes.

a) Germes apportés au cours des manipulations

Bacille d'Eberth extrêmement fréquent. Et la fièvre typhoïde est souvent propagée de cette manière. La cause la plus fréquente est le mouillage du lait avec des eaux contaminées.

Microbes de la gastro-entérite des enfants présents dans le lait, surtout l'été, et devenant la plus grosse cause de mortalité infantile.

Colibacille, auteur d'entérite. Plus rarement le bacille de Löffler. Et enfin, on a constaté, en Angleterre surtout, la propagation de la scarlatine par le lait trait et manipulé par un personnel infecté. C'est principalement à la période de desquamation que les individus sont dangereux.

Cette contamination est même si fréquente que certains auteurs anglais ont pu croire à l'origine bovine de la scarlatine.

b) *Germes provenant de l'infection de l'animal producteur*

Ce contagé est d'origine mammaire et est surtout important en ce qui concerne la tuberculose. Des localisations tuberculeuses se produisant à la mamelle, il est aisé de comprendre le mécanisme de cette contamination. Celle-ci peut d'ailleurs se produire en dehors de toute lésion mammaire par une infection générale de l'animal ou même localisée sur un organe quelconque.

La transmission de la fièvre aphteuse est plus rare, d'une part l'organisme humain ne présentant qu'une faible réceptivité à l'égard du virus qui engendre cette maladie, d'autre part, celle-ci se reconnaissant chez l'animal atteint à des signes nets qui permettent un isolement précoce.

Tels sont les principaux microbes contenus dans le lait. Le tableau de Miquel qui figure ci-dessous nous montre bien la nécessité d'une stérilisation précoce, car ces germes s'y développent et s'y multiplient très rapidement.

D'après Miquel, un lait traité à 6 heures du matin contenait :

2 heures après,	9.000 bactéries par cmc.		
3 —	21.750	—	—
4 —	36.250	—	—
9 —	60.000	—	—
11 —	120.000	—	—
27 —	5.600.000	—	—

La chaleur a également une influence. Toujours d'après Miquel, un lait examiné quinze heures après la traite renferme :

100.000 bactéries par cmc. s'il a été conservé à	+ 15°		
12.000.000 —	—	—	+ 25°
165.000.000 —	—	—	+ 35°

Qu'advient-il d'un lait pasteurisé ? Dans quelles proportions sont détruits les germes ? Nous avons vu plus haut que les uns sont détruits totalement, et que les autres, amoindris dans leur virulence et annihilés dans leur reproduction, se sporulent.

En principe général, sont détruits les microorganismes d'origine végétale ; subsistent les germes animaux plus résistants que les premiers.

La plupart des ferments sont détruits, et en particulier le ferment lactique qui ne résiste pas à une pasteurisation de cinq minutes à 75 degrés. Malheureusement, il reste à savoir si, pour celui-là, la destruction est utile ou nuisible, puisqu'on lui a contesté un rôle dans la digestibilité du lait.

Les germes pathogènes, par opposition aux germes saprophytes, ne sont pas détruits entièrement par la pasteurisation. Leurs spores subsistent, aptes à reproduire de nouveaux germes dès que les conditions deviendront favorables. C'est là, il faut bien le dire, le grand défaut de la pasteurisation. Mais, si l'on veut bien songer que ce procédé doit avoir comme condition essentielle de porter sur un lait primitivement aussi pur que possible, qu'il n'est qu'une stérilisation temporaire capable d'arrêter le développement des germes, de détruire une certaine partie d'entre eux, et destiné à permettre le maintien du lait, pendant les vingt-quatre ou quarante-huit heures nécessaires à son transport dans les villes, dans l'état d'intégrité bactériologique et nutritive existant au moment de la traite, on saisira que ce procédé possède un avantage énorme sur la stérilisation par l'ébullition, qui ne détruit pas tous les germes, ou sur la stérilisation par l'autoclavage à 120 degrés qui, évidemment, tue les germes d'une façon radicale, mais transforme le lait en un « aliment mort », privé de ses éléments biologiques, et auquel sont imputables toutes les manifestations de carence ou d'hypoca-

rence qui surviennent chez des individus exclusivement nourris par des laits aseptisés de cette manière.

Duclaux a, en effet, montré que le chauffage à 70 degrés pendant deux à trois minutes, ainsi qu'il est fait dans la pasteurisation, ne détruit pas les microbes pathogènes importants.

Il faudrait un chauffage à 70 degrés pendant environ trente minutes, prouve Duclaux, pour détruire les microbes de la tuberculose et de la fièvre typhoïde. D'autres auteurs ont constaté que la durée d'application de la température de 70 degrés pourrait être réduite à quinze ou vingt minutes pour les bacilles du choléra, de la diphtérie, pour les colibacilles, les streptocoques et les staphylocoques.

Malheureusement, dans la pratique industrielle, et si l'on veut conserver au lait ses qualités de fraîcheur naturelle, il est impossible de tenir compte de ces minima établis dans les laboratoires, le lait ne pouvant séjourner plus de deux minutes dans le pasteurisateur.

Toutefois, les germes contenus dans le lait étant relativement peu nombreux immédiatement après la traite, surtout si celle-ci est effectuée dans des conditions convenables, et ces germes, comme l'a montré Miquel, se développant ensuite extrêmement rapidement, il est évident qu'une pasteurisation opérée promptement dès la sortie de l'étable, aura de grandes chances d'assainir complètement le lait, alors que si elle est différée, son efficacité sera diminuée d'autant.

Faite immédiatement, à son influence s'ajoutera l'action bactéricide du lait frais vis-à-vis de certains microbes, action qui fut mentionnée par Hippus, lequel constata que le lait de vache frais s'oppose au développement des *Bacterium coli* et *Bacterium prodigiosus*: Mais cette opposition va en s'affaiblissant par la suite pour disparaître au bout de six à sept heures. Elle est, d'ailleurs, conservée par la pasteurisation.

CHAPITRE IV

COMMENT SE COMPORTE LA PASTEURISATION VIS-A-VIS DES ÉLÉMENTS BIOLOGIQUES DU LAIT

Nous établirons un parallèle entre les résultats obtenus par la pasteurisation et la manière dont se comportent les différents éléments constitutifs du lait à la suite de la stérilisation par ébullition, la plus communément employée dans les grandes villes pour stériliser individuellement le lait.

Les matières protéiques du lait, caséine, lactoglobuline et lactalbumine, sont respectées par la pasteurisation à 70 degrés.

Au contraire, l'ébullition altère la caséine qu'elle transforme en albumine et nucléine; à plus forte raison, l'autoclavage agit d'une manière analogue.

Le lactose est également respecté. Les sels minéraux également. Les gaz contenus ne sont pas dissous. Il n'y a pas d'évaporation de certains produits aromatiques.

Les matières grasses, oléines et butyrines, existant dans le lait, peuvent subir à la suite de la pasteurisation à 75 degrés, surtout si celle-ci est prolongée pendant plus de cinq minutes, un commencement d'oxydation qui peut se traduire par un goût un peu rance du lait, ou par ce qu'on dénomme vulgairement, un léger goût de cuit. Mais toujours est-il que cette oxydation n'est que partielle et très temporaire, car elle cesse dès que le lait passe sur le réfrigérant du pasteurisateur où, de plus, il a l'avantage de

s'aérer et de reconquérir une partie des gaz qu'il aurait pu perdre par évaporation et dissolution dans son milieu.

Seuls, parmi les constituants du lait, les lécithines, qui font partie du groupe des matières extractives, sont partiellement détruites. Mais, ceci n'a qu'une importance minime, si l'on considère que les lécithines ou graisses phosphorées n'existent dans le lait qu'à la quantité de un gramme par litre et qu'il est maintenant prouvé que l'absorption du phosphore nécessaire à l'organisme ne se fait plus uniquement à l'aide des graisses phosphorées, comme on l'a cru longtemps autrefois, et que l'on sait que l'être humain est capable d'assimiler les phosphates minéraux et d'y puiser le phosphore dont il a besoin. Si l'on ajoute que les phosphates minéraux existent dans le lait de vache, on se convaincra que, jamais, l'alimentation exclusive avec du lait pasteurisé, comme cela est nécessaire pour le nourrisson allaité artificiellement ou pour le malade, ne pourra engendrer de troubles dus à la déphosphatisation.

La lipase du lait est également altérée par un chauffage à 70 degrés, commençant à se transformer aux environs de 63 degrés. Mais elle résiste à une heure de pasteurisation à 60 degrés, laquelle a déjà l'avantage de détruire une grande quantité de germes.

Les alexines du lait résistent, d'après Behring, à une température de 85 degrés.

Le ferment protéolytique du lait de vache, en milieu légèrement alcalin ou acide, conserve son pouvoir digestif, après pasteurisation de la solution pendant une heure à 60 degrés et pendant une demi-heure à 65 degrés. Il le conserve encore, bien qu'un peu affaibli, à la suite d'un chauffage de courte durée au voisinage de 100 degrés. A partir de 100 degrés, il le perd.

Reste maintenant à envisager la question des vitamines contenues dans le lait et dont le rôle et les propriétés, de-

puis les recherches de Funk, commencent à être connues.

Les trois groupes isolés de vitamines : vitamine antiscorbutique, vitamine facteur B et vitamine facteur A, existent dans le lait. On sait que les recherches récentes ont établi la nécessité que ces substances entrent en ligne de compte dans l'alimentation de l'homme, sous peine de voir survenir des troubles de carence alimentaire, dont la pathogénie était autrefois obscure et s'explique bien depuis qu'on a pu les faire disparaître et apparaître à volonté en privant ou en donnant à des animaux ces substances à ingérer.

La première catégorie, vitamine antiscorbutique, existe surtout dans les végétaux, les fruits, et particulièrement dans les oranges et les citrons. Empiriquement, depuis longtemps déjà, on avait recours, dans la marine, au jus de citron, pour préserver les marins qu'une alimentation défectueuse exposait aux accidents scorbutiques. La vitamine antiscorbutique existe aussi dans le lait frais naturel et c'est elle qui empêche, chez le nourrisson, le développement de la maladie de Barlow ou scorbut infantile.

Malheureusement, ces vitamines antiscorbutiques sont les plus fragiles de toutes et sont détruites par la chaleur développée dans la pasteurisation.

Les facteurs B, dénommés également vitamines de Funk, existent en assez grande quantité dans le lait. Elles ne sont même pas détruites par l'ébullition, mais cèdent à l'autoclavage à 120 degrés. Evidemment, elles résistent à la pasteurisation.

Le groupe A renferme la troisième classe des vitamines. Ce sont elles qui sont solubles dans les graisses. Elles sont contenues en solution dans les graisses et on les rencontre, notamment, dans les aliments d'origine animale, les tissus glanduleux et le lait. Cette substance A est la plus résistante des trois. Elle n'est pas détruite à des températures

extrêmement élevées, telles que celle du beurre fondu, qu'elle supporte impunément pendant deux heures et demie.

On attribue au facteur A, coexistant avec le facteur B, la propriété de présider à la croissance et au développement des jeunes animaux.

Ces deux facteurs acquièrent donc la plus haute importance dans l'alimentation du nourrisson. On sait que, ni l'un ni l'autre, ne sont détruits par la pasteurisation.

Seule, la vitamine antiscorbutique, d'une extrême fragilité, ne résiste pas à cette opération. Mais si, chez un enfant, on craint l'apparition de la maladie de Barlow, il est aisé de recourir au jus de citron, remède souverain dans ce cas.

CONCLUSIONS

I. Le lait pasteurisé, sans être un lait absolument aseptique, est privé de tous les germes d'origine végétale qu'il pouvait contenir. Les germes d'origine animale, infusoires, etc., sont détruits en partie, ou, pour le moins, subissent une forte atténuation de leur virulence. Seules, les spores subsistent, comme elles subsistent, d'ailleurs, après l'ébullition à 101 degrés.

II. Cette intégrité bactériologique relative du lait ne saurait être considérée comme définitive. Elle n'est que temporaire, et a surtout pour but de permettre le transport de ce liquide du lieu de production au lieu de consommation, transport fatalement nécessaire à l'alimentation des grandes villes.

III. Au point de vue de sa valeur alimentaire et de ses qualités biologiques, le lait pasteurisé est un bon lait, nettement supérieur au lait stérilisé par l'ébullition.

La caséine, matière protéique du lait, commence à s'altérer aux environs de 75 degrés, et peut se dédoubler, sous l'influence de l'ébullition, en albumine et nucléine. Elle est respectée par la pasteurisation.

La stérilisation du lait supprime tous les ferments aminés ou solubles. Les ferments lactiques sont détruits, au bout de dix minutes, par une température de 80 degrés. Or, ces ferments ont une action, contestée, il est vrai, sur la digestibilité du lait. Ils sont respectés par la pasteurisation.

Le lait, profondément modifié dans sa composition chi-

mique par l'ébullition (diminution des gaz dissous, évaporation des substances aromatiques, altération des globules d'oléine et de butyrine qui subissent un commencement d'oxydation, oxydation du lactose et caramélisation consécutive), est intégralement respecté par la pasteurisation.

Les lécithines sont partiellement détruites. Ce fait est de peu d'importance, étant donné que l'organisme peut puiser son phosphore dans les phosphates minéraux.

Les facteurs A et B des vitamines sont respectés par la pasteurisation.

La vitamine antiscorbutique, très fragile, est détruite. La gravité de ce fait est atténuée par la possibilité de recourir, en cas d'accidents scorbutiques, à l'administration de jus de citron abondamment pourvu de vitamines antiscorbutiques.

IV. La pasteurisation individuelle du lait à domicile pourrait avantageusement remplacer l'ébullition du lait, destructive des principes actifs de ce liquide.

Le procédé consisterait à faire chauffer le lait au bain-marie pendant quelques minutes à une température de 70 degrés environ et à le refroidir ensuite en l'immergeant, dans un récipient rempli d'eau additionnée de glace.

Vu : le Président de la thèse,
BEZANÇON

Vu : Le Doyen,
ROGER

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur de l'Académie de Paris,

P. APPELL

BIBLIOGRAPHIE

- Duclaux.* — Le lait : études chimiques et bactériologiques. Paris, 1894, 336, p. 12.
- Faure.* — Approvisionnement en lait de la ville de Paris. Thèse de Paris, 1906-1907, 8°, n° 259.
- Henseval et Mulhi.* — Pasteurisation du lait. Conditions à observer et procédés techniques (Revue générale du lait, III, 1903-1904, p. 73, 97, 121).
- Hippius.* — Biologischer zur Melehpasteurisierung (Jahr. f. Kinderheille, 1905, p. 365).
- Hoton.* — La pasteurisation domestique du lait (Arch. méd. belges, 4° sect. XXIV, 1904, p. 242).
- Houlbert.* — La question des vitamines. Paris, 1921.
- Madre.* — Production du lait. Thèse de Paris, 8, n° 52, 1909-1910.
- Pasteur.* — Mémoires sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère (Annales de Chimie et de Physique, 3° série, LXIV, 1862, p. 5, 110).
- Rothschild (H. de).* — Pasteurisation et stérilisation du lait. Paris, 1901, 94, p. 18,
— La pasteurisation du lait (Revue d'hygiène et médecine infantiles, II, 1903, n° 5).
- Sarran.* — De la Pasteurisation du lait, 1892, 8°. Thèse de Toulouse.
- Touret.* — Le lait. Paris, 1903, 12.

